

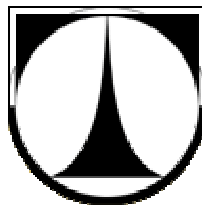
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

LIBEREC 2010

JANA KUNCLOVÁ

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: B3107 Textil
Studijní obor: Textilní materiály a zkušebnictví
KTM - 543

KOMFORT AUTOMOBILOVÝCH TEXTILIÍ
AUTOMOTIVE TEXTILE COMFORT

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Vladimír Kovačič

Rozsah práce:

Počet stran textu a dodatků...48
Počet obrázků18
Počet tabulek2
Počet grafů..... 3

LIBEREC 2010

JANA KUNCLOVÁ

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

V Liberci, dne 7. ledna 2010

.....

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych ráda poděkovala Ing. Vladimíru Kovačičovi za cenné připomínky a pomoc při zpracování mé bakalářské práce, spolupracovníkům z oddělení designu a vývoje firmy FEZKO THIERRY a.s. za užitečné rady z oblasti vývoje automobilových textilií . Jmenovitě děkuji Ing. Miroslavovi Říhovi za odborné konzultace k této problematice a zahraničním kolegům za vstřícnost k diskusi.

ANOTACE

Práce se zabývá speciálními úpravami textilií se zaměřením na zvýšení komfortu automobilových sedadel. Speciální úpravy jsou zkoumány standardními ale i nekonvenčními metodami, které jsou popsány v následujících kapitolách. Cílem práce je poskytnout získané informace do praktického využití.

ANNOTATION

The object of this work is special finishing of textiles with regard to the improvement of the comfort of the automotive textiles used for seats. Special finishing is examined with standard and also unconventional methods, which are described in the following chapters. The goal of this project is to offer a summary for practical usage.

KLÍČOVÁ SLOVA

Automobilové textilie, komfort, inteligentní textilie, změna materiálového skupenství, mikrokapsule.

KEY WORDS

Automotive textiles, comfort, smart textiles, phase-change-materials PCM, microcapsules.

OBSAH

1. Úvod.....	7
1.1 Téma práce.....	7
1.2. Cíl práce	8
2. Technologie zabývající se zlepšením komfortu.....	8
2.1. PCM materiály	12
2.2. Vyhřívání sedadel.....	22
3. Experiment.....	25
3.1. Návrh experimentu.....	25
3.2. Provedení experimentu	30
4. Vyhodnocení experimentu	46
5. Použití v praxi.....	46
6. Závěr.....	46
Seznam obrázků, grafů a tabulek.....	48
Použité zdroje.....	49

Seznam použitých vzorců a symbolů:

- | | | |
|----|---|--|
| 1. | $L_t = l_t \cdot m$ [J] | Výpočet skupenského tepla tání |
| 2. | $l_t = L_t / m$ [J/kg] | Výpočet měrného skupenského tepla při tuhnutí |
| 3. | $W = 100 \cdot Q / 36 \cdot S$ [l . m ⁻² . s ⁻¹] | Výpočet prodyšnosti |
| 4. | $B = \frac{s}{t} \times 60$ [mm/min] | Výpočet rychlosti hoření |
| 5. | Med | je hodnota jež dělí řadu podle velikosti seřazených výsledků na na dvě stejné početné poloviny |
| | Mod | je hodnota, která se v daném statistickém souboru vyskytuje nejčastěji |
| | Fd*, Fh* | kumulativní četnosti (d = dolní, h = horní) |
| | d, h | korekční činitelé |
| | SM, HM | spodní mez a horní mez intervalu spolehlivosti |

1. ÚVOD

1.1. Téma práce

V úvodu práce bych ráda odůvodnila, proč jsem si vybrala téma, které se zabývá zvýšením komfortu textilií v automobilu. Poslední vývoj těchto technologií ukazuje, že tento cíl je velmi aktuální. Rovněž nedávné zprávy od největších automobilových výrobců potvrzují, že toto téma se stává nejnovějším vývojovým trendem.

Historie automobilů a jejich zprvu pouze účelného, nikoliv komfortního vybavení, se začala psát koncem 18. století, kdy byly realizovány první úspěšné pokusy s vozidly poháněnými parním strojem. V těchto vozidlech nebylo žádné vytápění. Ve 20. století význam parního stroje postupně upadá. Z dopravy byl vytlačen spalovacím motorem a později byl sestrojen první vznětový motor. Ve dvacátém století se benzínem či naftou poháněné automobily staly nejvýznamnějším dopravním prostředkem. Revoluci ve výrobě a masové rozšíření automobilů odstartoval v USA Henry Ford tím, že vymyslel a vyrobil lidově dostupný automobil. Stručným nástinem historických etap automobilového rozvoje s postupným vývojem celkového komfortu automobilů jsme dospěli k současnosti, kdy se i nadále zvyšují nároky a požadavky zákazníků.

Ve 2. polovině 20. století postupně vykrystalizovaly myšlenky za zvyšování komfortu vybavením interiéru automobilu, počínaje zavedením závislého i nezávislého topení až po automatické klimatizace a vyhřívání sedadel. Ani tyto prvky však nevyřešily žádoucí tepelný komfort řidiče ve všech ročních obdobích v bezprostředním kontaktu s textilií. Zároveň ze statistických údajů jasně vyplývá, že řidiči tráví ve svých vozech podstatně více času na dlouhých cestách, což je dalším impulzem pro intenzivní rozvoj moderních technologií s cílem zlepšení tepelného komfortu řidiče použitím vhodných textilií s adaptivními vlastnostmi.

Téma této práce je aplikace zapouzdřeného parafínu na vybranou textilií, změna parametrů látky a kontrola požadavků dle specifikace zákazníka. Dle vyhodnocení experimentu bude v závěru předložené bakalářské práce uvedeno, zda zvolená technologie bude vhodná i pro použití v praxi.

1.2. Cíl práce

Cílem vývoje a aplikace těchto nových technologií je zlepšený komfort pro řidiče a spolujezdce, udržení lepší pozornosti díky vyváženějším tepelným poměrům a celkový dobrý stav během jízdy. Cílem této práce je analýza změn a vlastností vykazovaných na textilií na sedadle, působením tepla i chladu. Předkládaná práce je experiment, který si jako druhý cíl klade kontrolu textilie po provedení pokusu, zejména zda i po použití speciálního nánosu bude odpovídat všem přísným požadavkům dle specifikace zákazníka v automobilovém průmyslu a zda technologie její výroby přináší zvyšování komfortu v automobilu.

2. TECHNOLOGIE ZABÝVAJÍCÍ SE ZLEPŠENÍM KOMFORTU

Je mnoho oblastí a technologií, které se zabývají zlepšením komfortu, ale zároveň i ochrannou funkcí. Pro vývoj inteligentních textilií jsou motivujícími silami zejména vojenské síly a různé technické sektory včetně automobilového a medicínského průmyslu. Hledáme v nich ochranu proti extrémním klimatickým změnám, ochranu před bakteriemi a viry, bojovými plyny, snažíme se jimi znesnadnit identifikaci a indikaci. Výzkumem inteligentních textilií se zabývá prof. Militký z Technické univerzity v Liberci a uvádí k nim velmi pozoruhodné informace. [citace]

Inteligentní textilie jsou textilní struktury citlivé na vnější podněty a v závislosti na změnách těchto podnětů vratně reagují. Vnějšími podněty mohou být: záření, kyselost, zásaditost, mechanické podněty či magnetické elektrické. Reakcí textilií může být změna tvaru nebo změna barvy. Inteligentní textilie rozdělujeme na pasivní, které jsou citlivé na vnější podněty, jako jsou čidla a indikátory stavu okolí. Mohou to být optická vlákna, nebo vlákna reagující na koncentraci chemikálií, tlak a podobně. Nebo jsou textilie aktivní a ty dokáží identifikovat změnu vnějších podnětů a reagují na ni. Mezi takové příklady můžeme zařadit textilie měnící barvu v závislosti na teplotě, nebo textilie obsahující teplo a v závislosti na teplotě jsou schopné se tepelně nabít a následně vybit. Dalším příkladem mohou být textilie s tvarovou pamětí, vratně reagují svým

tvarem na ohřev a ochlazení. Řadíme do této kategorie i textilie s proměnnou prodyšností a propustností vodních par, textilie se schopností stabilizovat teplotu. Aktivní inteligentní textilie jsou velmi adaptivní, jsou tedy schopné indikovat změnu vnějších podmínek, reagovat na tuto změnu a mohou se pak změněným podmínkám přizpůsobovat. Inteligentní textilie jsou součástí umělé inteligence.

Inteligentní textilní čidla jsou schopná indikovat změnu stavu a podmínek okolí. Využívají se v oděvních a technických textiliích, v kompozitech a také ve speciálních zařízeních pro sledování a indikaci různých veličin. Hlavním představitelem čidel jsou optická vlákna, která indikují změny vnějších polí. Jsou vyráběna buď na základě křemíku nebo ze speciálních polymerů. Uplatňují se pro přenos optického signálu, pro přenos informací o změnách teplot či o přítomnosti chemických látek. Dalším typem čidel jsou vlákna vodivá, která se používají pro indikaci změn teplot. Pro sledování změn teploty se také používají vlákna: piezoelektrická, vlákna s tvarovou pamětí, vlákna s kapalnými krystaly nebo vlákna chameleonská. Dalším typem inteligentních vláken jsou vlákna, která mění svůj elektrický odpor, kdy uvnitř struktury pružných vláken jsou zabudovány jemné vodivé částice kovů. Částice jsou v původním stavu od sebe vzdáleny a vlákna jsou nevodivá, pokud se vlákno natáhne částice se k sobě přiblíží a snižuje se tak elektrický odpor vláken až do stavu vodivosti. Taková vlákna můžeme najít ve tkaných displejích, přepínačích, klávesnicích nebo u světélkujících oděvů.

Výzkumem „smart textilií“ se také zabývá společnost VDI/VDE-IT v Německu. Dr. Hartmut Strese se jejich výzkumem zabývá v článku „Flexible Systems and Smart Textiles“ [citace], který publikoval v mezinárodním bulletinu MST NEWS. Co si ale pod označením SMART může uživatel představit? Jsou to textilie, které dokáží vnímat podněty z okolí a přizpůsobit se jim. Existují různé definice pro toto označení, přičemž dle přesvědčení odborníků jedné strany smart znamená vydávat do oběhu léky obsažené v cyklodextrínových molekulách, druhá část specialistů zastává názoru, že smart má schopnost měnit barvu, ve spojení s elektronikou. Existuje také názor, že smart textilie je látka, v níž je integrovaný elektronický systém a/nebo mikrosystém.

Existují různé úrovně integrace:

- inteligentní dávkování léčiv v závislosti na stavu pacienta
- diagnostikování poruch funkcí lidského organismu
- přímé řešení adaptované do oblečení
- mikrosystémy integrované do oblečení nebo do textilie, která se chová jako elektrický vodič.
- funkce začleněné do textilie přes přímé vložení do vláken
- vlákna obsahující mikro-elektronické prvky, popř. okruhy

Vývojem smart textilií se také zabývá institut pro speciální textilie a flexibilní materiály TITV v Greizu v Německu. Tento institut byl založen v roce 1992 a zaměstnává asi 30 inženýrů a 30 specialistů. Každým rokem zpracovávají 30 nových projektů a již má 54 registrovaných patentů. Pro automobilový průmysl směřují své výzkumy v těchto oblastech: technika textilních mikrosystémů, úpravou textilních povrchů a flexibilními materiály či speciálními textiliemi, přičemž ve všech oblastech se zohledňují zákaznické požadavky na kvalitu, komfort, funkčnost, eleganci, dobrý vzhled a vůni.

U komfortu se zaměřují na výzkum regulace tepla a transport vlhkosti. Komfortní sedadlo musí dýchat a propouštět páru, při pocení musí vyrovnávat a dobře absorbovat vlhkost a splňovat komfortní hřejivý pocit na textili, při optimální vedení tepla. Tyto nároky se mohou regulovat vhodným výběrem textilie, vhodnými laminárními komponenty (např. i 3-dimenzionálními výrobky, které mají dobrou prodyšnost, vhodně regulují vzniklý tlak sezením, dobře rozvádí teplo a odvádí vlhkost) ale i vhodným tvarem a designem sedadla.

Jedná se o zcela nový směr vývoje technologií, které jsou nyní na svém začátku a budou moci být vyhodnoceny až za několik let, kdy se projeví jejich efektivita a celkový přínos pro rozvoj komfortu a zároveň v oblasti technických textilií, uplatňovaných v automobilovém průmyslu.

Máme-li na mysli zlepšování komfortu interiéru vozidel, nesmíme opomenout ani na vývoj sedadel, jejich tvarování a zlepšování bezpečnosti. V posledních letech se zlepšuje komfort sedadel a to takřka u každého nového modelu vozidla. Mnozí z výrobců automobilových sedadel se věnují náročným operacím a technologiím, které se pak používají v běžné sériové výrobě. Nejznámějším a největším výrobcem automobilových sedadel, který se zároveň věnuje výzkumu smart technologií, je americká společnost Johnson Controls, JCI, která byla založena roku 1885 v Milwaukee. Po celém světě má více než 1300 závodů a zaměstnává zhruba 130 000 lidí. Při hodnocení 100 nejlepších dodavatelů v automobilovém průmyslu, se JCI zařadila v roce 2008 do první desítky.

Při vývoji sedadel se kladou velké nároky na bezpečnost, zejména na airbagové systémy, které jsou umístěné v sedadle. To má za následek předání specifických požadavků na dodavatele textilií, kteří musí splnit veškeré požadované parametry textilií (požadavek tažnosti, pevnosti, oděry, lpění) a tyto musí projít bezchybným testováním airbagů, kdy každá setina sekundy hraje důležitou roli v záchraně lidského života.

Důležitým prvkem je konstrukce sedadla a jeho mechanismus. Další část tvoří bloky pěn, které jsou přizpůsobené a vytvarované tak, aby sezení bylo příjemné, pohodlné a zdravé. Zde se provádí další náročné testování foggingu a emisí, aby se prověřilo, zda polyuretanové pěny neobsahovaly žádné karcinogenní látky, které se mohou z pěny uvolňovat. Dalším krokem při stavění sedadel je šití potahů z textilií či z kůže a nebo z umělé kůže. Ušité potahy se natahují na připravené konstrukce s pěnou a nebo se ušité potahy vyvěňují, a pak se dodávají na kovové rámy.

Velké rozdíly jsou mezi předními a zadními sedadly. Přední sedadla jsou častěji více profilována dle tvaru těla, aby byla více ergonomická, přičemž každá část sedadla se může samostatně ovládat a nastavit dle potřeby, aby častější sezení v automobilu nezpůsobovalo zdravotní problémy. Některá sedadla mohou mít i masážní funkce, obsahují vyhřívání, větrání či chlazení.

Obdobné vývojové změny se nachází také u hlavových opěrek, které jsou nedílnou součástí sedadla. Zde se kladou požadavky na různé možnosti nastavování výšky opěrky, ale také přisunutí či oddálení od hlavy pasažéra tak, aby se předcházelo bolestem hlavy při dlouhodobém pobytu ve vozidle.

U některých automobilových výrobců, jako je třeba Daimler (Mercedes) se kladou vysoké nároky i na recyklovatelnost sedadel. Z tohoto důvodu se výrobci snaží nahrazovat nerecyklovatelné komponenty, jako je např. polyuretanová pěna, a přechází na netkané textilie nebo rouna, která se používají jako laminační komponenty u dodavatelů textilií.

Mezi další a velmi významné výrobce sedadlových systémů v automobilovém průmyslu patří kanadská společnost MAGNA, španělská firma Grupo Antolin, francouzská společnost Faurecia a nebo také i americký LEAR.

2.1. PCM materiály

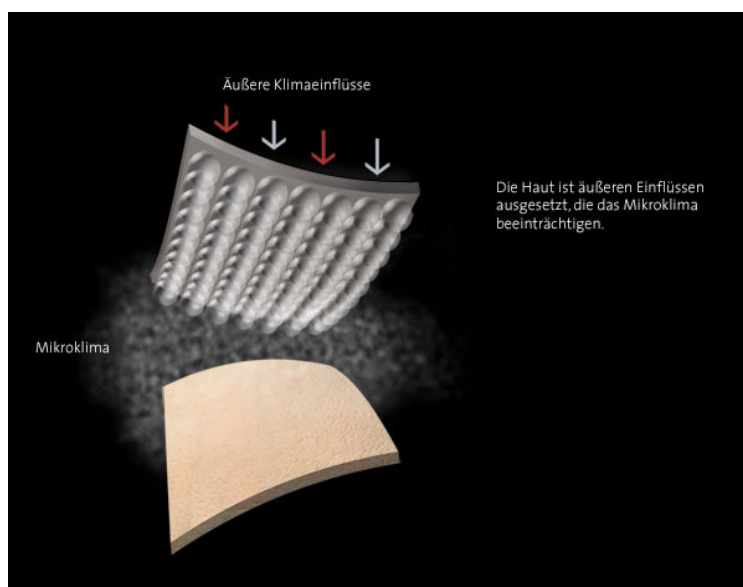
Stále se vyvíjí technologie výroby textilií pro speciální a extrémní využívání, dle očekávaných nároků a požadavků, dle oblastí využití a upotřebení. To se zejména týká technologií zabývajících se PCM (Phase Change Technologie – změna fáze přechodu) Adaptive Comfort® a Thermocules™, které byly speciálně vyvíjeny společností Outlast® od roku 1988 ve spolupráci s NASA a US Air force pro extrémní podmínky nejen na zemi, ale i ve vesmíru, aby se kosmonauté při svých cestách za hranice Země cítili komfortně. Důvodem nebyl jen požadavek komfortu, ale vývoj byl zaměřen zaměřit na vyrovnání extrémních teplotních rozdílů.

Společnost Outlast byla založena v roce 1990 v USA ve státě Colorado ve městě Boulder. Tato firma se začala zabývat vývojem výše uvedených technologií. První prototypové textilní materiály (netkané textilie, rouna, pleteniny) se začaly objevovat v roce 1994 a v roce 1997 přišly na trh první komerční výrobky, rukavice a obuv. V roce 1996 se firma začala zabývat i také vývojem PCM (změnou fáze) pěny. V roce 2001 byla nastartována nová technologie „Matrix Beschichtung“, která spočívá ve speciálním povrstvování. Od roku 2002 se nánosování či provrstvování touto technologií využívá pro finální produkty (boty, rukavice, matrace). V roce 2003 obdržela společnost Outlast pečeť kvality „Space Certified Technology“ od nezávislé a neziskové americké organizace Space Foundation. V roce 2004 byla zavedena nová testovací metoda ASTM D7024 Standard (Test Method For Dynamic Thermal

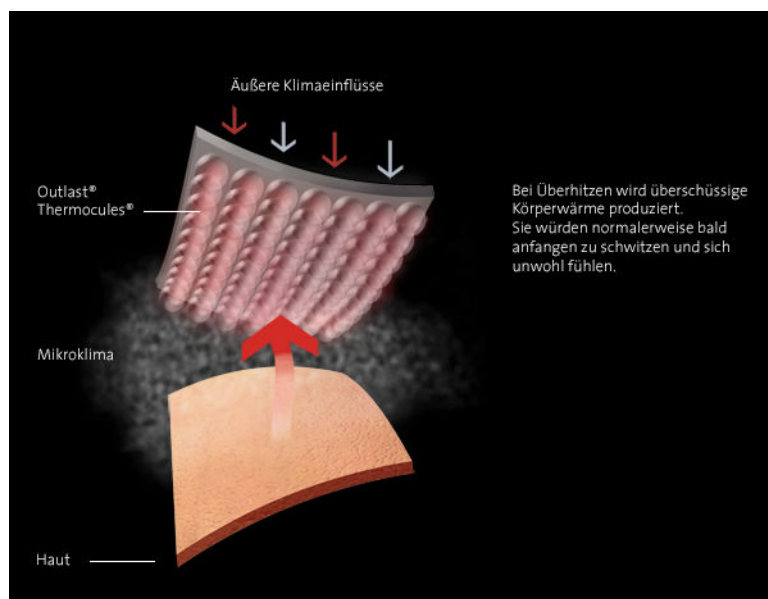
Performance in Textiles), která nabízí nezávislé objektivní testování výrobků s touto technologií. Od roku 2006 se společnost začala zabývat komerčním vývojem viskóзовých vláken a přízí obsahující mikrokapsule. V současnosti firma vlastní 26 patentů a dalších 32 jich má přihlášených.

V dnešní době jsou nové technologie efektivně používány v produktech, které se již běžně používají. Outlast nabízí své technologie např. v těchto produktech: komfortní oblečení, sportovní i bezpečnostní ošacení, obuv, pracovní obuv, pletené zboží pro děti i dospělé, spodní prádlo, oblečky pro domácí zvířata, ložní prádlo, potahy na matrace, deky, ortopedické produkty, helmy, etikety, obaly, čalounické textilie na nábytek. Podobné principy byly využity rovněž při výrobě technických textilií, do nichž byly implantovány Outlast technologie, např. pro sedadla v automobilovém průmyslu (autobusy, sedačky pro závodní vozy, sedadla pro Land Rover).

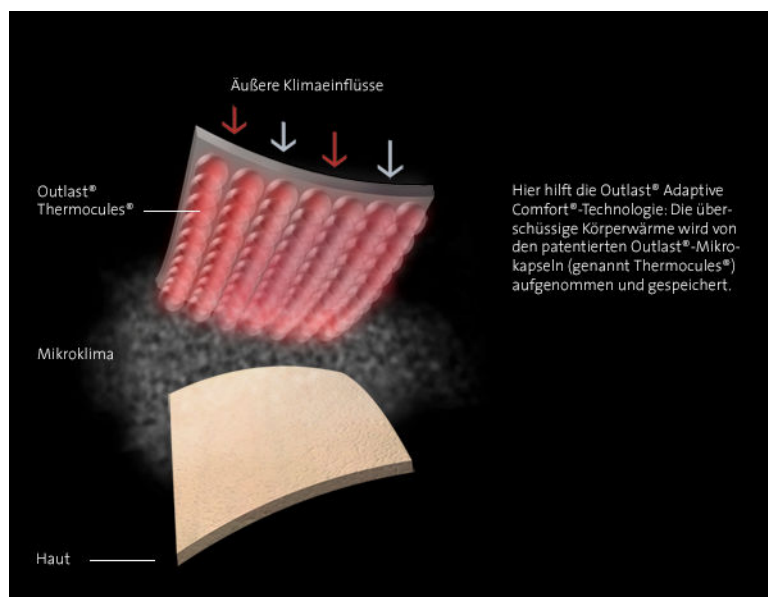
Hlavní a nejdůležitější složkou této technologie jsou patentované mikrokapsule Thermocules™ obsahující parafínovou substanci. Na níže uvedených obrázcích (1 – 5) je znázorněn příklad, jak mikrokapsule fungují na textilií [citace]



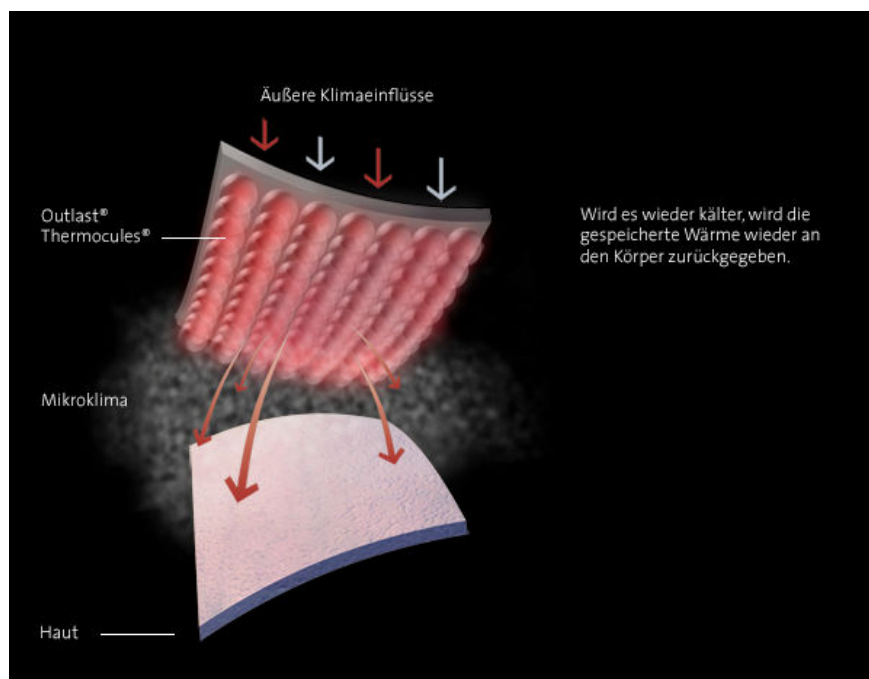
Obr. 1 Původní stav pokožky



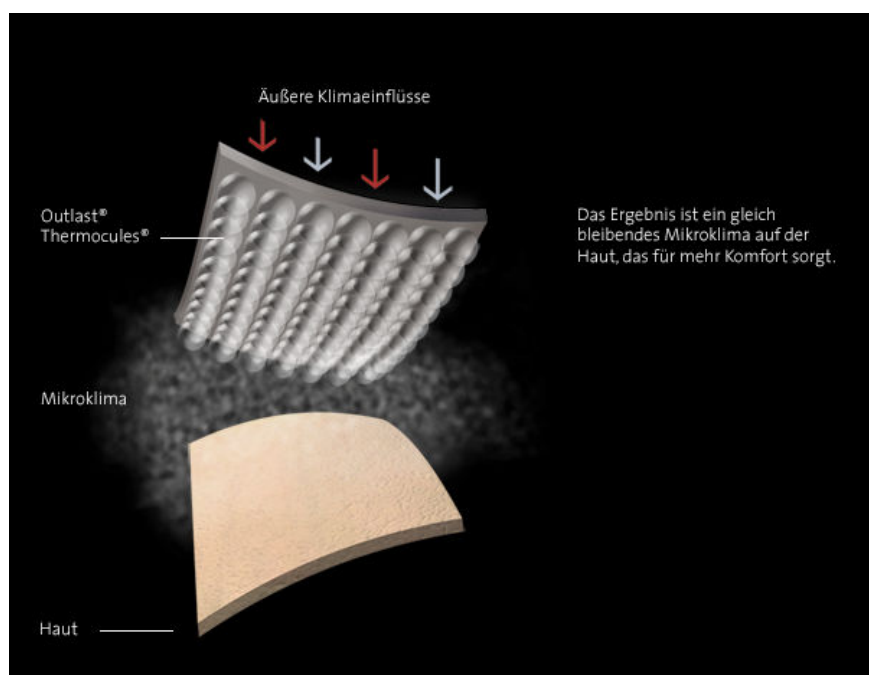
Obr. 2 Dochází k zahřátí pokožky



Obr. 3 Mikrokapsule pohlčují vzniklé teplo z přehřáté pokožky



Obr. 4 Při ochlazení pokožky se akumulované teplo z kapsule opět uvolní zpět



Obr. 5 Výsledkem je zachování stejného mikroklima na pokožce, i když se přehřeje

Parafinovou substancí tvoří cca 3 miliony mikrokapsulí/ 1 cm².

Určité nabíjení teplem vykazují také klasická vlákna, která jsou schopná se při růstu teploty nahřát a při poklesu teploty toto teplo odevzdávat. Množství tohoto tepla je velmi malé (absorpce cca 1 kJ/kg textilie při změně o 1° C) Pro ohřátí lidského těla je potřeba více tepla. K tomu se používá absorpce a uvolňování tepelné energie na základě fázových přechodů. Materiály, které toho jsou schopny jsou označovány jako PCM (Phase Change Materials). Právě parafínové PCM jsou při tání schopné absorbovat cca 200 [kJ/kg] a toto teplo zase při krystalizaci uvolnit. Při tání a krystalizaci zůstává teplota konstantní.

V první fázi, kdy není pokožka přehřátá, jsou kapsle v pevné fázi, krystalizované. Aby došlo ke změně fáze z pevné na kapalnou, je nutné přidat látce skupenské teplo tání dané vztahem

$$L_t = l_t \cdot m \text{ [J]} \quad (1)$$

kde L_t je skupenské teplo tání [J], l_t je měrné skupenské teplo tání [J/kg]
 m je hmotnost [kg]

To je zajištěno teplotou lidského těla. Parafínová substance zkapalní, stále ve tvaru mikrokapsulí, a tím se v nich uchovává přebytečné teplo organismu. Jakmile se tělo ochladí vlivem vnějších klimatických změn nebo přestane být aktivní, kapalná fáze se bude přeměňovat zpět do pevné tím že kapalina odevzdá měrné skupenské teplo tuhnutí

$$l_t = L_t / m \text{ [J/kg]} \quad (2)$$

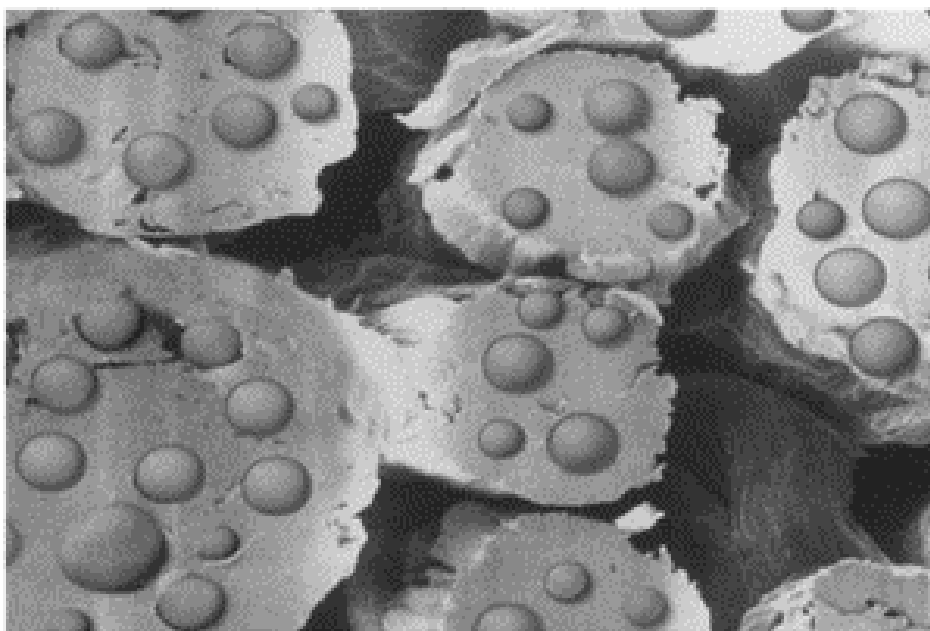
Mikrokapsle Thermocules™ se dají používat přímo v přízi, jako jsou např. příze z viskóзовých vláken (obr. 6) , nebo vláken polyakrylových (obr.7). Obsah aktivní substance ve vláknech je cca 6 – 7 %.

Tato vlákna byla vyrobena ve spolupráci s firmou Kelheim Fibres, Acordis UK v Grimasy, Velká Británie a také za podpory společnosti Ciba. Firma Ciba, která v současnosti patří do nadnárodního koncernu BASF, je jedna z největších firem chemického průmyslu. Ciba má patentovaný výrobek Ciba® ENCAPSULENCE® PC140, který je používán firmou Outlast na jejich výrobky.

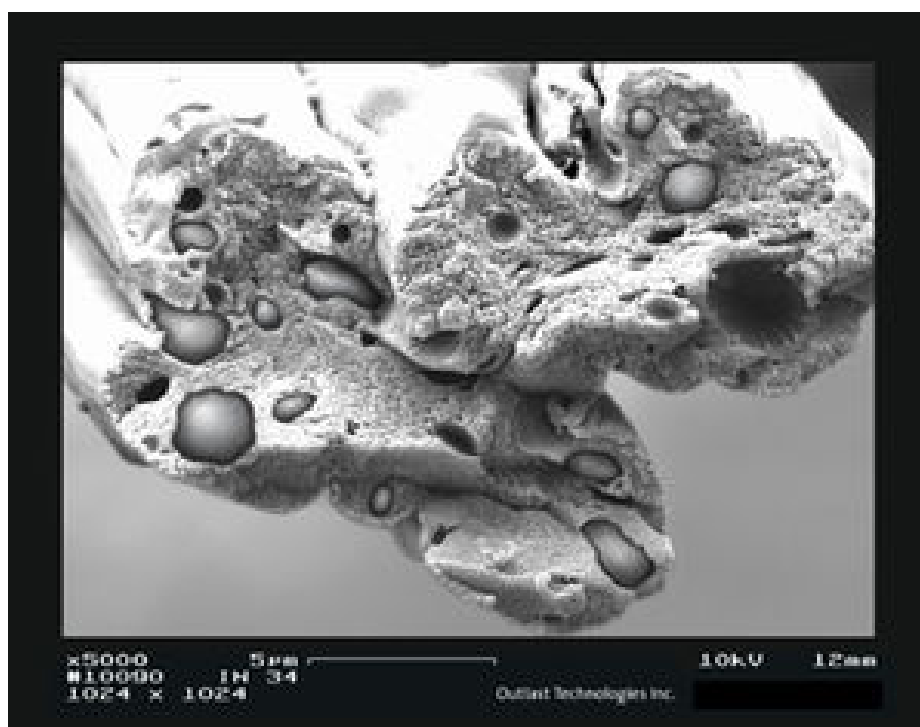
Tato vlákna mají na hotovém výrobku velmi příjemný omak, velmi měkký a hebký, rovnající se bavlně nebo hedvábí. Neméně zajímavý fakt je, že si udržuje obdobné vlastnosti při pohlcování vlhkosti, což přináší právě očekávaný komfort. Tato viskózová

vlákna se mohou směšovat i s jinými vlákny jako je bavlna, polyester či polyamid, až po technická aramidová vlákna.

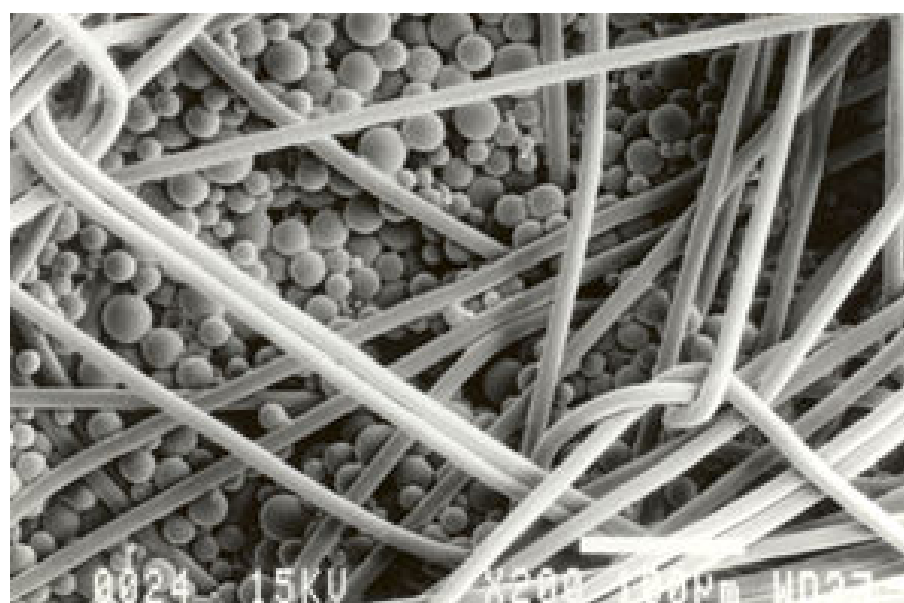
Dále je možné použít v této technologii již hotové textilie (tkaniny nebo pleteniny) nebo pěny (polyuretanové) a tyto nechat povrstvit speciálním nánosem obsahující parafínovou substanci (Obr. 8). Při praktických aplikacích se kombinuje působení PCM s pasivní tepelnou izolací způsobenou vzduchovými póry v textilií. Doba působení PCM je zhruba 6 -10 min. Dlouhodobé působení mají textilie pracující na principu termoregulace, kdy se mění elektrický odpor vlivem změn objemu vláken, který je závislý na teplotě okolí. Dociluje se toho zabudováním částic grafitu do vláken. Při růstu teploty se vlivem bobtnání vláken částice od sebe oddalují a elektrický odpor vzrůstá. Při ochlazování působí jev opačný.



Obr. 6 Polyakrylová vlákna obsahující mikrokapsule



Obr. 7 Viskozová vlákna obsahující mikrokapsule



Obr. 8 Mikrokapsule ve formě nánosu na hotové textilií



Obr. 9 - Zkušební vzorek parafínových mikrokapsulí v pevném stavu – vpravo a vlevo v částečně kapalně fázi

Není to jen Outlast, kdo se zabývá využíváním mikrokapsulí obsahujících parafínový roztok. Na celém světě je mnoho zájemců, kteří se o této technologii chtějí dozvědět více. Studii vypracoval i M.N.A. Hawlader, M. S. Uddin, H. J. Zhu ze státní univerzity v Singapuru v roce 2000, s cílem optimalizovat procesní podmínky při PCM u mikrokapslí. Analýzou bylo zjištěno, že: „Hodnota hydrofilnosti zapouzdřeného parafínu závisí většinou na podílu parafínu k potahové látce kapsle. Když byl větší podíl, nižší pak byla jeho hydrofilnost. Když je podíl parafínu k potahové látce stejný, vyšší koncentrace formaldehydu vede k nižší hydrofilnosti produktu. Zapouzdřený parafín vykazoval velkou úsporu energie a uvolněného objemu ($20-90 \text{ J g}^{-1}$) během jeho fázové změny, závisející na rozdílném podílu parafínu a potahové látky kapsle. Teplotní test ukázal, že mikrokapsule parafínu si drží stále svůj geometrický tvar a uschovaný objem tepla i po 1000 cyklech testování.“[citace]

Již v roce 1996 se zabývala japonská univerzita Okayama, Mr. H. Inaba a Mr. P.Tu, hodnocením tepelně-fyzikálních vlastností stabilizovaného tvaru parafínu jako fázové změny materiálů z pevné na kapalnou. V roce 1997 byla tato práce publikována v odborném časopise Heat and Mass Transfer. [citace] Práce pojednává o tepelně-fyzikálních vlastnostech a měřicích metodách stabilního tvaru parafínu jako nového typu uchovaného skupenského tepla materiálu, který má stejný tvar, když je ještě parafín v prášku – v pevné fázi. Proto tento typ parafínu může být použit při fázové změně materiálu PCM, aniž by musel být v kapslích. Metoda pro měření dočasného tepla, diferenciální skenovací kalorimetr (DCS), vodní kalorimetr, měření vodní rozpínavosti, všechny tyto metody, postupy a zařízení, byly vyvinuty speciálně pro měření tepelné vodivosti, skupenského tepla a specifického tepla materiálů a lze jimi

stanovit objem stabilizovaného tvaru parafínu. Ze získaných dat byly vyjádřeny funkce fyzikálních vlastností a hmotnostní zlomek každé složky stabilizovaného tvaru parafínu. [citace]

Setkáváme se s mnoha textilními výrobky, kde je PCM funkce již ověřena a funguje. V textilním automobilovém průmyslu se zatím objevují tyto efekty jen velmi zřídka. Dle požadavků automobilových výrobců se i společnost FEZKO THIERRY a.s. začala zabývat tímto výzkumem a zavedením PCM do praxe. Vývoj této problematiky bude upřesněn a rozebrán v experimentu této práce.

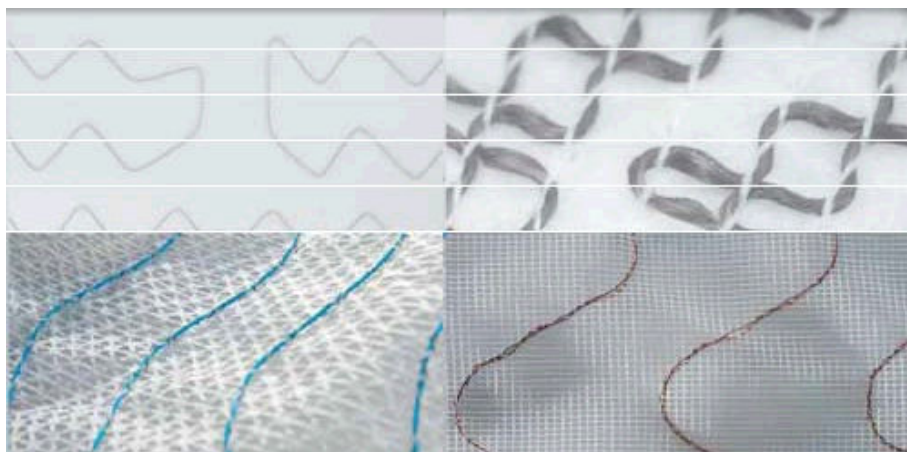
2.2. Vyhřívání sedadel

V současné době většina automobilových výrobců nabízí zákazníkům pro zlepšení komfortu ve vozidle vyhřívání sedadel. Vyhřívání pracuje závisle na motoru, a pod proudem kolem 8A a s napájecím napětím kolem 12V – 24V. Většinou se jedná o netkanou textilii, rozměry odpovídající tvaru středové části sedadla, v níž je zapleten kovový vodič, ke kterému je připojeno napájení. Výrobci připravují vyhřívání samostatně pro středovou část opěry sedadla a samostatně pro středovou část sedáku. Tyto jednotlivé díly jsou zasílány výrobcům sedadel či potahů, kteří je přiřívají k určeným potahům pro komfortní verze, které jsou ušity z textilie nebo z kůže. Každý uživatel si může zapnout a vypnout ohřívání dle své potřeby a požadavku. Pracovní teplo, které se ve středových částech sedadla může naměřit, se pohybuje kolem od 30 - 70°C. Nastavení je možné dle volitelného stupně od 1, což je nejmenší teplo, a až do 5. stupně, což je maximum. Aby nedocházelo k přehřátí, nebo dokonce až k tavení dalších částí sedadla a předešlo se celkovému poškození pěny a potahu nebo poškození oděvu, je u každého vytápění samostatný termostat, který neustále kontroluje teplotu sedadel a reguluje ji.

Jedním nejvýznamnějších výrobců vyhřívání sedadel je společnost W.E.T. Group, která již existuje od roku 1968 a s výrobou vytápění sedadel začala od roku 1973. Nyní má své zastoupení a partnery po celém světě (Evropa, Asie, Amerika) a zaměstnává více než 3800 zaměstnanců. Zabývají se technologií klimatizovaných sedadel, vytápěním sedadel, vyhříváním volantů, kontrolou teploty v těchto uváděných

technologiích a dále např. automobilovými kabelážemi. Společnost se stále zabývá novými technologiemi a vývojem optimalizace úrovně a doby udržení požadované teploty v sedadle proto, aby nedocházelo k přehřívání, únikům tepla a bylo maximálně využito vložené energie.

U vytápění sedadel hraje velmi důležitou roli technika pokládání, jejíž podstata je manuální rozvedení tepelných vodičů do různých tvarů po ploše základního materiálu. Velikost tvarů, hustota položení a průměr vodiče jsou základní parametry pro výsledný efekt. Pouhé položení vodiče však nestačí k tomu, aby byl na materiálu dostatečně upevněn. Důležité je, že se musí použít další z konfekčních způsobů (šití). Teprve správním šitím je vodič upevněn v požadovaných polohách. Pro tento proces jsou používány plně automatické šicí stroje.



Obr. 10 Vodiče upevněné šitím na materiálu

Další možností, jak upevnit vodič na materiálu, je upevnění zapětím na rub a nebo na líc základního materiálu, dle typu využití. Mohou se rovněž různě kombinovat uvedené upevňovací způsoby s kladenými vodiči, ale také je možné využívat hybridní technologie, což znamená, že se při tomto způsobu upevní jako vodící prvek uhlíkové vlákno.



Obr. 11 Vložené uhlíkové vlákno jako tepelný vodič pro vyhřívání sedadla

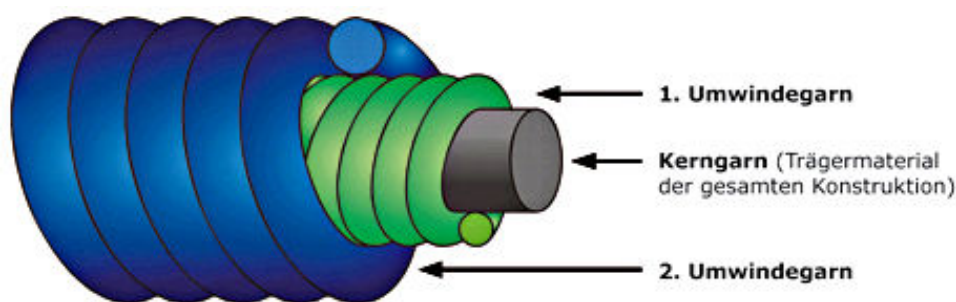
Použitá vlákna pro vyhřívání sedadel lze zařadit do speciálních vláken pro technické účely a jedná se převážně o uhlíková vlákna. Měrná hmotnost uhlíku je 2270 kg/m^3 . V grafické formě má hexagonální strukturu a je silně anizotropní. Uhlíková vlákna jsou vyráběna řízenou pyrolýzou vhodných prekurzorů, mezi které patří viskozová vlákna, polyakrylonitrilová vlákna a vlákna na bázi smol z dehtu jako zbytků krakování ropy. Můžeme získat vlákna od vysoce pevných s vysokým modulem, středním modulem a extrémně vysokým modulem. Obecný postup výroby uhlíkových vláken se skládá z těchto fází:

- a) příprava prekurzoru – taveným zvlákňováním nebo zvlákňováním z roztoku
- b) stabilizace – vede k netavitelné zesítěné struktuře, resp. preoxidace
- c) karbonizace – je převedení na uhlíková vlákna
- d) grafítizace – dochází zde ke snížení obsahu uhlíku, vzniká grafická struktura

Vzhledem k nízkému průměru $5 - 7 \text{ }\mu\text{m}$ lze uhlíková vlákna zpracovávat tradičními textilními technikami (tkaní, pletení, ovíjení). Podle krystalického uspořádání lze získat vlákna s nízkou (z viskózy) až extrémně vysokou (vlákna z anizotropních smol) tepelnou vodivostí. Uhlíková vlákna vedou velmi dobře elektrický proud a v mnoha aplikacích nahrazují kovové vodiče.

Společnost Novonic se zabývá výrobou vodivých elastických přízí, které lze bezproblémově používat v jakékoliv textilní struktuře. Vlákná se dají zapracovat a mohou převzít a vykonávat více funkcí. Textilie, kde se mohou použít tato vlákna jsou vodivé, mohou přenášet data, pohlcovat záření nebo se mohou používat i v textiliích ve zdravotnictví, kde např. pomáhají monitorovat a kontrolovat tep člověka.

Vodivé příze jsou tvořeny ovíjením. Funkčními vlákny jsou vlákna ovíjející základní (jádrovou) nit, která působí jako nosná a zajišťuje tak pevnost celé konstrukce jádrové nitě. Ovíjení může být realizováno ještě druhou nití z vláken, která zajišťují textilní omak nitě. Kombinací různých materiálů a počtem ovinů se mohou tvořit speciální nitě dle požadovaných parametrů – ať už vodivé, vysoce pevnostní, elastické a nebo i další.



Obr. 12 Postup výroby vysoce elastického vodivého vlákna

Tato příze může mít 3 různé funkce. (viz obr. 11). Jádro může být elastické, první zelená ovíjecí nit je vodič a modrá - druhá ovíjecí nit bude splňovat textilní omak. Tímto postupem získáváme velmi kvalitní vysoce technické příze, které můžeme využít i v automobilovém průmyslu.

I v této oblasti se svým výzkumem zabývá TITV Institut. Byly vyvinuty speciální vysoce vodivé příze, které se jmenují ELITEX® se speciálním nánosem stříbra. Jejich vlastnosti a složení jsou následující: polyamid, nános 99,9 % stříbra, o jemnost 234 dtex/ f 34 bez nánosu a s nánosem mají jemnost 450 +/- 50 dtex ,

elektrický odpor $20\Omega\cdot\text{m}^{-1}$, bod tání 259°C , pevnost v tahu $>750\text{cN}$, tažnost $>10\%$, doporučená teplota při zpracování je 180°C , 5 min.

Jak je patrné, speciální nános nám zvětšuje jemnost příze téměř dvakrát, ale její průměr zůstává téměř stejný, protože síla povrstvení stříbrem je pouze 1-2 μm . Pro izolaci vodivých vláken se používá nános PVC o síle 50 – 200 μm . Příze se mohou použít do pletených výrobků. S kombinací s Lycrou / Elastanem získáme i pružné vodivé příze.

U vyhřívacích systémů TITV Institut zkoumá paralelní a sériové uspořádání tepelných částic a vodičů. U paralelního uspořádání je nezbytné použít vždy dva vodivé materiály. Výhodou je vysoká funkčnost a homogenní rozšíření tepla. Nevýhodou bývá pravoúhlé uspořádání vodičů nebo nespolehlivost propojení vodičů, což může vést i ke vzniku ohniskových bodů. Tento typ uspořádání vodičů se může použít pro tkaniny i pleteniny.

U sériového uspořádání se může použít jen jeden vodící materiál. Výhodou je že nemusí docházet k vzájemnému propojení vodičů a není nutné použít ani elektrody, což je vykazováno jako velká spolehlivost. Dalším kladem je libovolné uspořádání vodiče. Mezi nevýhody se ale musí uvést nízká funkčnost, většinou kvůli přelámání vodičů, a rozšiřuje se více nehomogenního tepla v závislosti na tvaru textilie. Tento typ sériového uspořádání se používá při šicích technologiích, ruční výrobě nebo i u vyšívání.

Systém aktivního tepla a chladu (Heat and Cooling System) řeší TITV Institut pomocí speciálních hadic, které jsou zavedeny v definovaných pásech do dimenzionálního výrobku, třeba 3D pleteniny a díky těmto hadicím může proudit vzduch v textilií jak chladný tak i teplý.

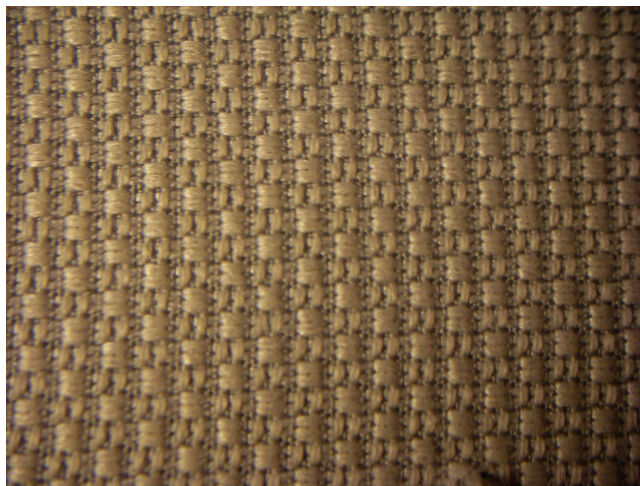
Důvodem, proč je zde zmiňována tato technologie a zároveň tento typ speciálních vláken, je záměr zabývat se vývojem a použitím obou technologií v jednom výrobku. V takovém případě by se jednalo o textilii, která by obsahovala mikrokapsule Thermocules™ a zároveň speciální elastické vodivé nitě, které by byly zatkány do standardní textilie. Tímto způsobem by byla vytvořena jedna vrstva materiálu, přičemž další vrstva by obsahovala mikrokapsule. Byl by to tudíž vícevrstvý materiál vytvořený laminací dvou vrstev. Pro laminaci by byl použitý vhodný systém a vhodné komponenty. V dalším postupu by bylo realizováno testování.

3. EXPERIMENT

3.1. Návrh experimentu

1. Příprava textilie

Pro tento experiment byla vybrána tkanina Ultraplus. Tato nelaminovaná textilie, splňuje základní požadavky dle specifikace zákazníka VW 50105, a proto mohla být použita v tomto experimentu.



Obr. 13 Tkanina Ultraplus

2. Pěna a nánosování pěny

V normě VW 50105 je uvedená specifikace na použití pěny. Z toho důvodu byla použita polyuretanová pěna [- NH-CO-O-] od evropského dodavatele Otto Bock o objemové hmotnosti 35 kg/m³ a vstupní tloušťce 4,9 mm, protože po laminaci, kdy dochází k odtavení pěny, musí být výsledná tloušťka 4,5 mm +/- 2 mm samotné pěny. Prvním krokem je plamenná laminace uvedené pěny a níže zmíněné podšívky a netkané textilie. Jako primárně důležitý a nutný krok se jeví provést nejdříve plamennou laminaci, jelikož později, kdyby se použila nánosovaná pěna, by se veškerá

její speciální úprava poškodila vysokou teplotou, neboť u plamenné laminace se pohybuje až kolem 200 st. C, a výsledek celého experimentu by byl negativní.

V našem experimentu bylo připraveno 20 metrů laminované pěny s netkanou textilií a tato vrstva byla odeslána společnosti Outlast, kde proběhlo její nánosování raklí mikrokapsulemi Thermocules™ obsahující parafínovou substanci.



Obr. 14 Laminovaný materiál se speciálním nánosem mikrokapsulí

3. Podšívka – netkaná textilie

Posledním komponentem pro laminaci je netkaná textilie. Netkané textilie, se kterými se můžeme setkat, jsou vhodné jako laminační komponent pro textilie používané v automobilovém průmyslu. Tento druh textilií rozdělujeme dle způsobu výroby na vpichované, pojené termicky, nebo kombinace vpichování a termického pojení, anebo jsou netkané textilie pojené paprskem vody. Další rozdělení můžeme provádět dle materiálového složení. Můžeme se setkat se 100% polyesterovým výrobkem, či se složením 50% polyester a 50% polypropylen, případně 50% polyester a 50% viskóza, nebo 100% polyester s podílem recyklátů. Dalším parametrem, který může sloužit jako kritérium rozdělení textilií, je plošná hmotnost výrobku. Mohou se používat hmotnosti od 30 g do 400 g /m², ale tento faktor ovlivňuje způsob použití finálního laminovaného výrobku a očekávaných parametrů.

Pro experiment je použito 100% polyesterového materiálu o plošné hmotnosti 38 g/m² (+/-3g) , což odpovídá zákaznické normě. Použitý materiál je vyroben evropským dodavatelem, společností Lantor.

4. Laminace

Laminovaná pěna s nánosovanými mikrokapsulemi byla připravena, svrchní materiál tkaniny také, a proto bylo možné přistoupit k další části, a to samotné laminaci. Pro tento experiment byla zvolena laminace na hotmeltu. Hotmelt, znamená laminace, neboli pojení vrstev pomocí horké taveniny. Pro tento druh laminace se používají tavná lepidla - termoplastická, která se dodávají ve formě granulí. Nejčastěji se používají kopolyestery nebo kopolyamidy. Také se však mohou používat reaktivní tavná lepidla, z nichž se jako vhodný nabízí reaktivní polyuretan nebo také reaktivní polyetylén. Reaktivní lepidla pracují následujícím způsobem. Jakmile je tavné lepidlo naneseno na povrch materiálu, dochází okamžitě k reakci se vzdušnou vlhkostí a vznikají velmi silné chemické vazby. Tato lepidla je nutné nakupovat v uzavřených nádobách, protože jedině tak se zabrání přístupu vzduchu.

Laminací k sobě pojíme polyesterový materiál s polyuretanovou pěnou a jako pojivo bylo zvoleno tavné reaktivní polyetylenové lepidlo.



Obr. 15 Laminovaná textilie

5. Testování laminovaného výrobku

Hotový laminovaný výrobek se musí otestovat, aby bylo ověřeno, že splňuje požadavky zákazníka. Dané požadavky jsou uvedené v základní specifikace VW 50105. Jako základní parametry, které je nutné ověřit, byly k testování navrženy tyto zkoušky:

- A. plošná hmotnost dle EN ISO 5084
- B. tloušťka laminovaného výrobku dle EN ISO 12127
- C. prodyšnost dle EN ISO 9237
- D. martindale dle EN ISO 12947-2
- E. suchý a mokrý otěr dle EN ISO 105-X12
- F. fogging dle PV 3015
- G. hořlavost dle EN ISO
- H. nekonvenční způsob testování s termokamerou Fluke Ti25

Termokamera FLUKE Ti25

Termokamera Fluke Ti25 je velmi výkonná a plně radiometrická infračervená kamera, která slouží pro vyhledávání příčin problémů v elektroinstalacích, elektromechanických zařízeních, procesních zařízeních, aplikacích a k dalšímu využití. Kamera obsahuje technologii IR-Fusion®. Tato technologie zachycuje kromě infračerveného obrazu i obraz ve viditelném světle a snímá tajemství z analýzy infračerveného obrazu, což přináší podrobnější informace a lepší analýzu zkoumaného problému. Technologie IR-Fusion současně zachytí pixel po pixelu infračervené snímky a snímky za viditelného světla a umožní optimalizaci celého obrazu pomocí pěti různých režimů zobrazení přímo v termokameře nebo v softwaru.

Termokamera poskytuje 5 režimů zobrazení

- Pouze infračervené slouží pro vyhledávání poruch a analýzu zařízení a instalací s infračerveným zobrazováním s vysokým rozlišením. Pro detekci i nejmenších teplotních odchylek a vysledování původu problémů a následné plné zdokumentování rozsahu nápravných opatření. Plně infračervené snímky se automaticky spojují se snímky pořízenými pouze za viditelného světla.
- Obraz v obraze napomáhá pro vytvoření infračerveného „okna“ obklopeného snímkem za viditelného světla pro snadné vysledování teplotních anomálií a současné použití okolního snímku jako reference.

- Směšování Alfa / Automatické prolínání slouží pro kombinaci infračerveného snímku se snímkem za viditelného světla v libovolném poměru a vytvoření jednoho snímku s vylepšenými podrobnostmi, který pomůže přesně lokalizovat problém.
- IR/Optická signalizace je k zobrazení pouze teplot, které spadají nad, pod nebo do zadaného rozsahu jako infračervený obraz. Zbytek scény se ponechává jako za plně viditelného světla.
- Pouze viditelné světlo – je jasný a podrobný referenční snímek oblasti zkoumání předmětu, zobrazený pixel po pixelu pro účely dokumentace a přípravy protokolu.

Termokamera Fluke Ti25

- Poskytuje jasné a ostré snímky nutné pro rychlé vyhledání problémů.
- Identifikuje i malé teplotních rozdíly, které mohou ukazovat na problémy pomocí vynikající teplotní citlivosti (NETD).
- Hlasovými poznámkami lze doplnit každý pořízený snímek. Ukládají se spolu s jednotlivými snímky pro budoucí referenci (pouze Ti25).
- Technologie byla vyvinuta v USA.

Pro provedené měření byl navržený následující postup. Vzorky laminované textilie o velikosti 20 x 30 cm. První vzorek textilie se speciální parafrínovým nánosem a druhý vzorek bez speciální povrstvení. Testováním budou podléhat oba připravené vzorky, abychom mohli výsledné hodnoty porovnat. Cílem měření je porovnání hodnot nárůstu teploty na povrchu textilie při jejím zahřívání. Teplota bude imitovat vzniklé přirozené lidské teplo, které vyvine člověk během sezení a jízdy automobilem. Také zde budou zohledněny další parametry jako je vlhkost a tlak lidského těla.

Vyhodnocení experimentu

Vyhodnocení experimentu budou prezentovat naměřené hodnoty z testování, jestli odpovídají požadovaným hodnotám, které jsou specifikované v zákaznické normě VW 50105. Dále bude slovně vyhodnoceno, zda-li uvedený experiment bude možné představit zákazníkům. Na základě korektní interpretace výsledků experimentu bude

rozhodnuto, zda se bude moci ukončit první fáze tohoto dlouhodobého vývoje, který však nekončí touto etapou, ale bude se stále vyvíjet a nadále experimentovat s cílem zjistit, bude-li tento výzkum znamenat efektivní posun ve zlepšování komfortu

3.2. Provedení experimentu

1. Textilie:

Za účelem tohoto experimentu byla vybrána a použita textilie s označením Ultraplus. Jedná se o tkaninu, vyrobenou na listovém stavu, ze 100% polyesterových přízí od evropského dodavatele z Francie, z firmy Antex, o jemnosti 540 dtex v barevnosti light grey a 700 dtex v barevnosti middle beige, o hmotnosti 395 g/m².

Textilie byla po tkaní zkontrolována, zda je v pořádku, aby neobsahovala žádné vady z procesu tkaní a snování. Šíře textilie byla 180 cm. Poté se tkanina uvolnila do dalšího výrobního procesu: praní, fixování při 160° C a sušení. Upravený a již fixovaný materiál byl opět zkontrolován, přičemž v této fázi byl výsledek procesu vyhodnocen kladně. Výsledná šíře textilie byla 175 cm. Materiál byl tudíž připraven pro laminaci.

2. Laminace připravených komponentů

Na vrchní dekor textilie na rubovou stranu se gravurovaným válcem nanoslo v bodech a v požadovaném množství roztavené lepidlo a okamžitě poté byla provedena laminace přitisknutím netkané textilie mezi dvěma gumovými studenými válci pod tlakem na stranu, kde je nanášeno tavné reaktivní lepidlo v bodech. Dalším krokem bylo působení chladicího válce na tkaninu a laminované zboží se navinulo na odvíjecí válec, případně velkonábal, což bylo nutné proto, aby tkanina byla bez pohybu minimálně 48 hodin. To je minimální reaktivní doba potřebná ke vzniku pevných chemických vazeb, během níž dochází k zesíťování.

3. Testování výrobku

Jelikož se jedná o speciální nános, je nutné otestovat výsledný produkt dle normy, abychom zjistili, zda vyhovuje požadovaným hodnotám.

A. Plošná hmotnost

Testování proběhlo dle zkušební normy EN ISO 5084. Bylo připraveno 5 testovacích vzorků, nastříhaných z různých míst hotové laminované tkaniny. Byly naměřeny tyto výsledné hodnoty.

1. 621 g/m²
2. 623 g/m²
3. 630 g/m²
4. 630 g/m²
5. 622 g/m²

Průměrná plošná hmotnost textilie je 625,2 g/m² a tato hodnota byla uvedena do laboratorního protokolu.

Výsledná hodnota je vyhovující, protože od zákazníka není definována požadovaná hodnota textilie.

Zákazník ve své specifikaci některé hodnoty jako je např. hmotnost či tloušťka textilie neuvádí, protože na samém počátku vývoje textilie není definováno, jaké jemnosti přízí se musí používat, jakou má mít výrobek dostavu po osnově a útku. U těchto parametrů očekává, že mu výrobce předloží tyto výsledné hodnoty a základní údaje, u kterých jsou také výrobcem navrženy mezní hodnoty a tyto hodnoty a tolerance zákazník zpracuje, po jeho vlastním ověření v laboratoři, do konkrétní normy pro jmenovanou vybranou textilií, která se poté bude sériově vyrábět a dodávat do modelů vozů. Požadované hodnoty musí být dodržovány po celou dobu výroby a nesmí být nic změněno. Pokud dojde k jakékoliv změně ve výrobním procesu, musí o tom být zákazník informován a změna musí být podložena novými naměřenými hodnoty, že jsou zachovány a vyhovují specifikaci a nemá to na výrobek žádný negativní vliv.

B. Tloušťka textilie

Toto testování probíhá dle zkušební metody uvedené v evropské normě EN ISO 12127. K testování bylo připraveno opět 5 zkušebních vzorků, odebraných z různých částí textilie. (Z obou krajů, ze středu a ze začátku a konce metráže textilie, předané do laboratoře na testování.)

1. 5,28 mm
2. 5,38 mm
3. 5,38 mm
4. 5,33 mm
5. 5,38 mm

Výsledná průměrná hodnota, která bude zapsána v protokolu činí 5,35 mm a výsledek je vyhovující, protože opět není zadaná požadovaná hodnota od zákazníka.

C. Prodyšnost laminované textilie

Podstatou zkoušky je měření množství vzduchu, který prochází mezi protilehlými plochami textilie, vztažené k času a testované ploše a měřené při standardizovaném tlakovém spádu. Velikost testovací plochy závisí na velikosti testovací hlavy přístroje, velikost vzorku má být 20 cm² a tlakový spád je definovaný dle specifikace zákazníka.

Výsledek tohoto testovaného parametru je očekáván s napětím, protože se předpokládá, že speciální nános mikrokapsulí může ovlivnit tento testovaný parametr velmi negativně tím, že budou ve velké míře zaslepeny mikrokapsulemi, ale i tavným lepidlem, prodyšná místa mezi netknou textilií, pěnou a vrchní textilií.

Toto testování probíhá dle specifikace EN ISO 9237. Zákaznická norma VW 50105 požaduje minimální výsledek pro laminovanou textilií 75 l / min / 100 cm² při definovaném tlakovém spádu 2 mbar.

Jelikož se tento parametr považuje za velmi kritický, bylo u této zkoušky provedeno měření na laminovaném materiálu Ultraplus se speciálním nánosem mikrokapsulí. Pro porovnání bylo zároveň provedeno testování i nelaminovaném materiálu Ultraplus bez speciálního nánosu. Měření se provádělo na 5 vzorcích po 10 měření na různých místech laminované textilie. Z tohoto měření se bude moci pomocí statistické metody spočítat interval spolehlivosti a medián. Měření bylo prováděno při pokojové teplotě 20st. C.

Prodyšnost se vypočítá dle uvedeného vzorce:

$$W = 100 \cdot Q / 36 \cdot S \quad [l \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}] \quad (3)$$

kde W je prodyšnost [$l \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$], Q je měřený průtok [$l \cdot hod^{-1}$] a S je zkušební plocha [cm^2].

Naměřené hodnoty laminovaného materiálu Ultraplus bez nánosu

1. vzorek

Tlakový spád Pa 200
Zkušební plocha cm^2 20
l / min / 100 cm^2 180,5
R mm / s 301
ml / s / cm^2 30,1
l / s / 1 m^2 301

Číslo	Hodnota
1.	39
2.	34
3.	36
4.	38
5.	37
6.	36
7.	35
8.	35
9.	36
10.	35

Průměrná hodnota 1. měření je 36.1

2. vzorek

Tlakový spád Pa	200
Zkušební plocha cm ²	20
l / min / 100 cm ²	182,5
R mm / s	305
ml / s / cm ²	30,4
l / s / 1 m ²	304

Průměrná hodnota 2. měření je 36.5

Číslo	Hodnota
1.	36
2.	37
3.	36
4.	38
5.	35
6.	36
7.	38
8.	36
9.	35
10.	38

3. vzorek

Tlakový spád Pa	200
Zkušební plocha cm ²	20
l / min / 100 cm ²	183
R mm / s	306
ml / s / cm ²	30,5
l / s / 1 m ²	305

Průměrná hodnota 3. měření je 36.6

Číslo	Hodnota
1.	37
2.	35
3.	36
4.	37
5.	37
6.	38
7.	35
8.	36
9.	38
10.	37

4. vzorek

Tlakový spád Pa	200
Zkušební plocha cm ²	20
l / min / 100 cm ²	182,5
R mm / s	305
ml / s / cm ²	30,4
l / s / 1 m ²	304

Průměrná hodnota 4. měření je 36.5

Číslo	Hodnota
1.	36
2.	37
3.	37
4.	36
5.	35
6.	38
7.	37
8.	36
9.	37
10.	36

5. vzorek

Tlakový spád Pa 200
 Zkušební plocha cm² 20
 l / min / 100 cm² 181,5
 R mm / s 303
 ml / s / cm² 30,2
 l / s / 1 m² 302

Číslo	Hodnota
1.	38
2.	36
3.	36
4.	35
5.	35
6.	36
7.	35
8.	38
9.	36
10.	38

Průměrná hodnota 5. měření je 36.3

Naměřené hodnoty laminovaného materiálu Ultraplus s nánosem.

1. vzorek

Tlakový spád Pa 200
 Zkušební plocha cm² 20
 l / min / 100 cm² 135
 R mm / s 225
 ml / s / cm² 22,5
 l / s / 1 m² 225

Číslo	Hodnota
1.	28
2.	27
3.	27
4.	26
5.	24
6.	28
7.	29
8.	28
9.	27
10.	26

Průměrná hodnota 1. měření je 27.0

2. vzorek

Tlakový spád Pa	200
Zkušební plocha cm ²	20
l / min / 100 cm ²	132
R mm / s	220
ml / s / cm ²	22,0
l / s / 1 m ²	220

Průměrná hodnota 2. měření je 26.4

Číslo	Hodnota
1.	27
2.	29
3.	27
4.	26
5.	25
6.	25
7.	26
8.	27
9.	26
10.	26

3. vzorek

Tlakový spád Pa	200
Zkušební plocha cm ²	20
l / min / 100 cm ²	130
R mm / s	217
ml / s / cm ²	21,7
l / s / 1 m ²	217

Průměrná hodnota 3. měření je 26.0

Číslo	Hodnota
1.	25
2.	28
3.	26
4.	25
5.	27
6.	25
7.	28
8.	25
9.	26
10.	25

4. vzorek

Tlakový spád Pa	200
Zkušební plocha cm ²	20
l / min / 100 cm ²	125,5
R mm / s	210
ml / s / cm ²	20,9
l / s / 1 m ²	209

Průměrná hodnota 4. měření je 25.1

Číslo	Hodnota
1.	25
2.	26
3.	25
4.	24
5.	26
6.	25
7.	24
8.	25
9.	25
10.	26

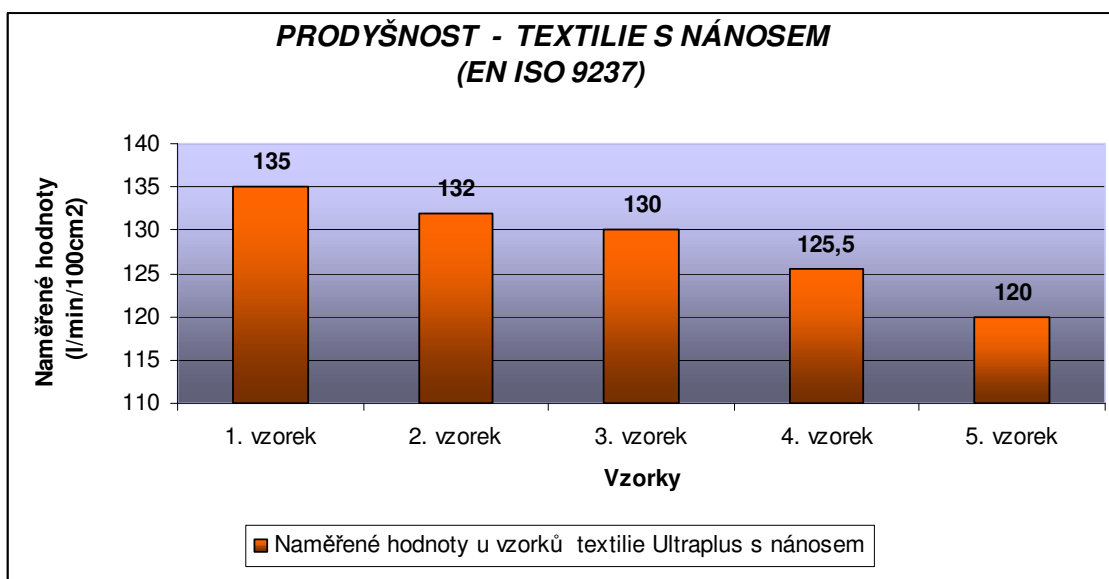
5. vzorek

Tlakový spád Pa	200
Zkušební plocha cm ²	20
l / min / 100 cm ²	120
R mm / s	200
ml / s / cm ²	20,0
l / s / 1 m ²	200

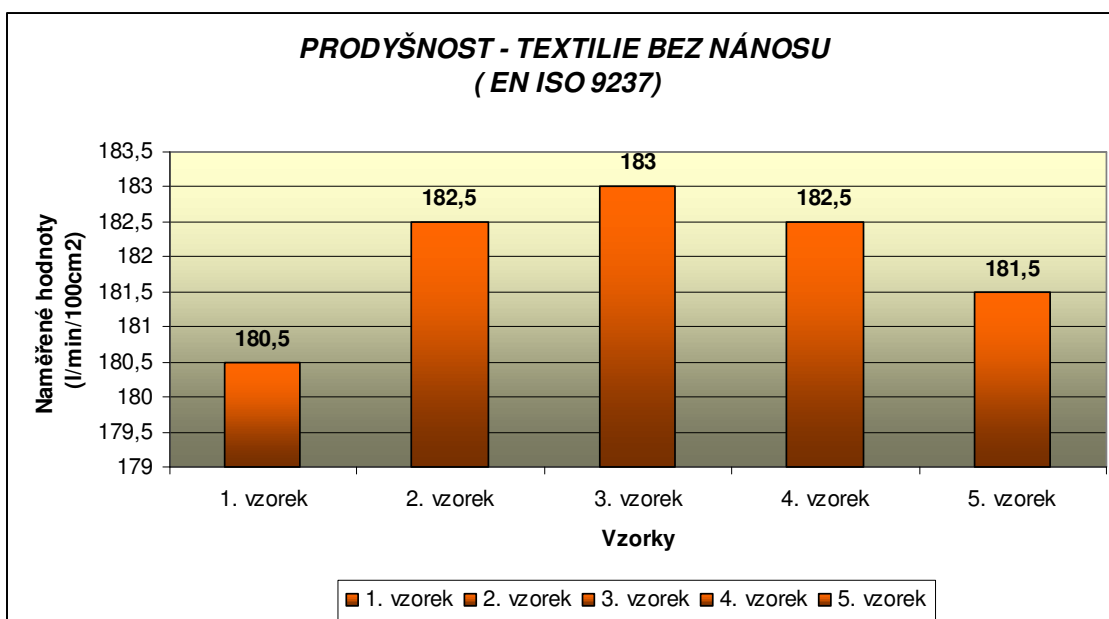
Průměrná hodnota 5. měření je 24.0

Číslo	Hodnota
1.	24
2.	23
3.	24
4.	23
5.	25
6.	23
7.	24
8.	26
9.	25
10.	23

Jak je možné posoudit dle naměřených hodnot, je viditelný rozdíl mezi materiálem s nánosem a bez nánosu. Pro lepší přehlednost jsou naměřené hodnoty zobrazeny v grafu. Výsledné hodnoty prodyšnosti jsou u laminované textilie se speciálním nánosem mikrokapsulí nižší než u laminované textilie bez nánosu. Jelikož je minimální požadavek stanovený zákazníkem dle specifikace VW 50105, 75 l/min/100 cm², jsou výsledné hodnoty pro testované vzorky s nánosem vyhovující.



Graf č.1 Naměřené hodnoty prodyšnosti u laminované textilie Ultraplus s nánosem



Graf č.2 Naměřené hodnoty prodyšnosti u laminované textilie Ultraplus bez nánosů

Jednotlivé hodnoty naměřených vzorků byly statisticky zpracovány a byl z nich vypočítán medián a interval spolehlivosti.

Testované vzorky jsou rozdělené do 2 skupin. První skupina obsahuje výsledky naměřených hodnot vzorků s nánosem a druhá skupina obsahuje výsledky naměřených hodnot z vzorků bez nánosů.

1. skupina – textilie s nánosem

i	Ni	fi	Fi
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	1	0,02	0,02
6	11	0,22	0,24
7	17	0,34	0,58
8	10	0,2	0,78
9	10	0,2	0,98
10	1	0,02	1

Tab. 1 Hodnocení prodyšnosti - ordinální škála – textilie s nánosem

Med = 7, Mod = 7
 d = 0,385 h = 0,29
 Fd* = 0,362 Fh* = 0,638
 Interval spolehlivosti :
 SM = 6,858 HM = 7,79

2. skupina – textilie bez nánosů

i	Ni	fi	Fi
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	4	0,08	0,08
5	6	0,12	0,2
6	14	0,28	0,48
7	12	0,24	0,72
8	7	0,14	0,86
9	5	0,1	0,96
10	2	0,04	1

Tab. 2 Hodnocení prodyšnosti - ordinální škála – textilie bez nánosů

Med	= 7,	Mod	= 6
d	= 0,578	h	= 0,658
Fd*	= 0,362	Fh*	= 0,638
Interval spolehlivosti :			
SM	= 6,078	HM	= 7,158

Z těchto výpočtů vyplývá, že naměřené hodnoty se pohybují ve správném intervalu spolehlivosti, žádné hodnoty nevyčnívají a nevykazují chybovost měření.

D. Oděr

Pro tuto zkušební metodu je platná norma ČSN EN ISO 12947-2 ZMĚNA Z1, 80 0846 „Textilie – Zjišťování odolnosti plošných textilií v oděru metodou Martindale – Část 2: Zjišťování poškození vzorku“. Předmětem normy je zjišťování zkušebního intervalu otáček při kterém dojde k poškození zkušebního vzorku.

U každého zkušebního vzorku se zjistí zkušební interval, při kterém došlo k poškození. Z jednotlivých hodnot se vypočítá aritmetický průměr pro základní vazbu a vzory s neprovázanými nitěmi a pokud je to nutné, hranice spolehlivosti průměrné hodnoty. Na základě požadavku se hodnotí změny odstínu podle ISO 105 – A02.

Dle specifikace zákazníka je požadavek na středovou část sedadel 35 000 otáček bez přetrhu vazných nití

U laminované textilie se speciálním nánosem, který byl provedený na pění a nikoliv na líci vrchní tkaniny, se nepředpokládá, že by to nemělo mít negativní vliv na hodnocení oděru. V této zkoušce má důležitou roli hustota, vazba tkaniny a použité příze v osnově a v útku.

Testovaná textilie Ultraplus byla vyhodnocena jako OK v pořádku, 35 000 otáček bez přetrhu a změna odstínu byla hodnocena 4-5. Tento výsledek je pro zákazníka vyhovující dle jeho specifikace.

E. Suchý a mokrý otěr

Testování stálosti otěru - suchý a mokrý otěr - se provádí dle specifikace EN ISO 105 – X12.

Byly připraveny vzorky z obou směrů tkaniny, po osnově i po útku, z textilie s nánosem. Bylo provedeno testování a po vyhodnocení byly stanoveny tyto hodnoty:

Suchý otěr:

Osnova 5

Útek 5

Mokrý otěr:

Osnova 5

Útek 5

Zákaznická specifikace uvádí minimální požadavek pro suchý i mokrý otěr 4 -5. I tato zkouška je vyhovující. Ani zde se nepředpokládalo, že by speciální nános mohl negativně ovlivnit výsledné naměřené hodnoty.

F. Fogging

Testování foggingu je pro tento experiment další velmi významná zkouška. Speciální nános a tavné reaktivní lepidlo, zvolená pěna, všechny tyto komponenty mohou velmi negativně ovlivnit výsledné hodnoty zkušební vzorku. Testování je prováděno opět dle zákaznické specifikace, která nám definuje rovněž vlastní prováděcí normu na fogging. Zkušební norma se označuje PV 3015.

Požadavek který uvádí zákazník je maximálně 2 mg. Na našem testovaném materiálu byly naměřeny 2, 00 mg. Je to na horní hranici, ale výsledek je vyhovující. Uvedený parametr nás přinutí k novým opatřením, abychom prověřili možnosti, kterými budeme moci tento výsledek snížit. Jedná se zejména o oblast laminace a dávkování tavného lepidla. Dále pak o prověřování výsledků testování na samotné pění s nánosem, konkrétně jak velký podíl na tomto výsledku mohou mít parafínové mikrokapsule, nebo

také jen samotná pěna s netkanou textilií a zda je možné diskutovat o podílu nánosu mikrokapsulí na pěně s firmou Outlast .

G. Hořlavost

Testování hořlavosti je další kritický parametr pro vyhodnocení tohoto experimentu.

Hořlavost se testuje prováděcí normy MV SS 302, TL 1010, což je udáno v zákaznické specifikaci VW 50105 a může být naměřeno max. 100 mm / min. U zkoušky hořlavosti se měří rychlost hoření, což je podíl změřené prohořelé vzdálenosti a doby potřebné pro prohoření této vzdálenosti; vyjadřuje se v milimetrech za minutu.

Vlastní provedení zkoušky je následující a je popsáno v interní specifikaci společnosti FEZKO THIERRY a.s.

Zkouška se musí provádět vždy v digestoři se spuštěným odsáváním. Čelní kryt digestoře musí být otevřen tak, aby jeho spodní okraj byl zároveň s ryskou, umístěnou na levé části rámu digestoře. Ryska je umístěna tak, aby byl zajištěn správný průtah vzduchu digestoří (30 cm/s), průtah vzduchu je kontrolován měřením každý den před začátkem zkoušení hořlavosti.

Vzorek se umístí do držáku vzorku tak, že lícová strana bude směřovat dolů, směrem k plameni. Plamen plynového hořáku se seřídí na výšku (38 ± 1) mm pomocí značky v komoře, přičemž přívod vzduchu k hořáku je uzavřen. Před začátkem první zkoušky se plamen pro stabilizaci nechá hořet nejméně 1 min. Držák vzorku se zasune do spalovací komory otvorem z pravé strany tak, aby konec vzorku byl vystaven plameni a po (15 ± 1) s se přívod plynu uzavře. Měření doby hoření začíná v okamžiku, kdy plamen dosáhne prvního měřicího bodu. Pozoruje se rychlost hoření na straně, která hoří rychleji než ta druhá (horní nebo spodní strana). Měření doby hoření skončí, když plamen dosáhne posledního měřicího bodu nebo když plamen zhasne před dosažením posledního měřicího bodu. Jestliže plamen nedosáhne posledního měřicího bodu, změří se prohořelá vzdálenost do bodu, kdy plamen zhasl. Prohořelá vzdálenost je ta část vzorku, která je hořením poškozená na povrchu nebo uvnitř.

Naměřený čas a prohořelá vzdálenost se zapíše do přílohy k laboratornímu protokolu. Pokud vzorek nezačne hořet nebo nepokračuje v hoření po vypnutí hořáku, nebo když plamen zhasne před dosažením prvního měřicího bodu tak, že doba hoření

nebyla měřena, uvede se v laboratorním protokolu, že rychlost hoření je 0 mm/min. Zkouška se opakuje pro oba zkoušené směry – délka – osnova, sloupek, šířka – útek, řádek. Při provádění řady zkoušek nebo opakovaných zkoušek je nutné zajistit, aby teplota spalovací komory a držáku vzorku před další zkouškou nebyla větší než 30 °C.

Výsledek zkoušky je pak hodnocen následujícím způsobem:

Rychlost hoření B v milimetrech za minutu se vypočte podle vzorce

$$B = \frac{s}{t} \times 60 \quad [\text{mm/min}] \quad (4)$$

kde s je prohořelá vzdálenost v milimetrech;
t je čas potřebný k prohoření vzdálenosti v sekundách.

Definice hoření:

DNI nezapaluje se
SE samozhášecí, neprohoří k 1. čáře

SE/NBR dráha prohoření menší než 50 mm, doba hoření menší než 60 s
SE/BR dráha prohoření 50-253 mm, rychlost hoření (B) < 100 mm/min
-- dráha prohoření 50-253 mm, rychlost hoření (B) > 100 mm/min
BR prohoří 254 mm

Naše testování proběhlo a výsledek, který byl naměřen je vyhovující.

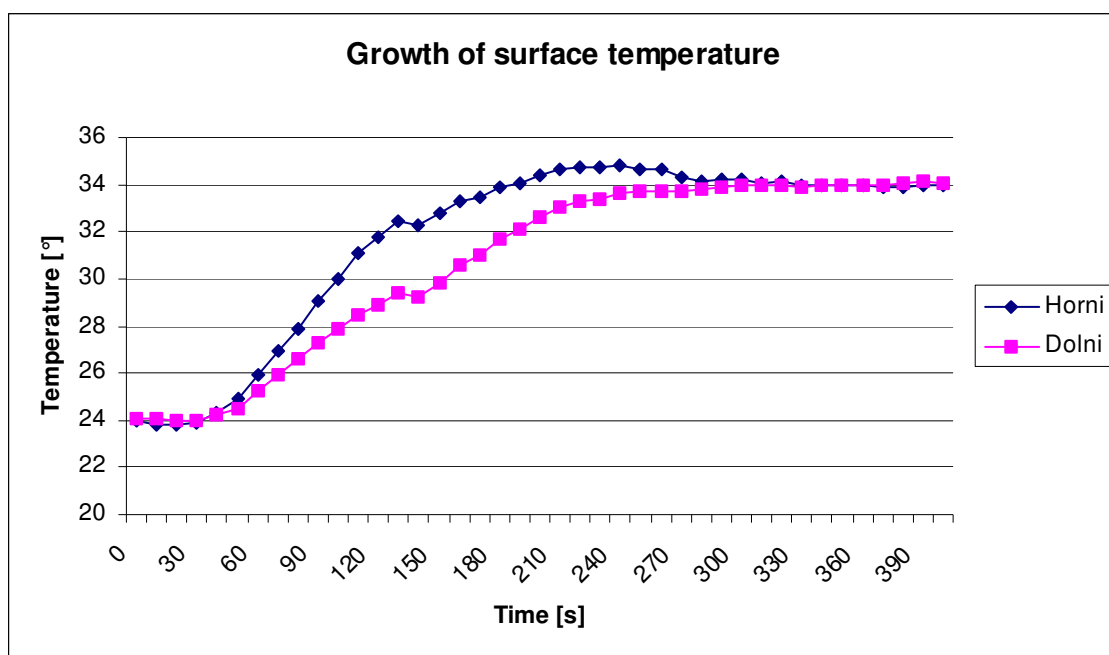
B= 75 mm / min , SE/BR.

H. Měření termokamerou

Pro měření termokamerou byly připraveny 2 vzorky. Jeden se speciální úpravou s mikrokapsulemi a druhý vzorek pro porovnání, bez speciálního nánosu. Při zahájení testování byly nastaveny tyto počáteční podmínky:

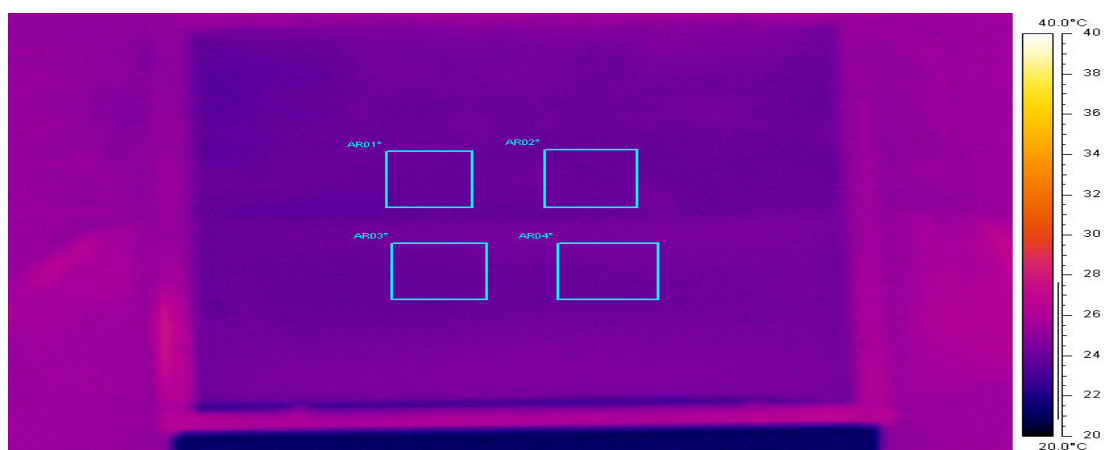
- 24°C - teplota
- 50% - relativní vlhkost
- 200 Pa - zatížení tlakem
- 0,85 - sálavost
- 400s - doba měření

Vzorky se upevnilly nejtěsněji vedle a byly zahřáty na požadovanou teplotu 24°C. Termokamerou se po dobu 400 sekund měřila povrchová teplota na lící straně textilie. V průběhu měření se sledovalo, jak rychlý nárůst bude vykazovat teplota na povrchu materiálů a zda byl zjištěný rozdíl mezi standardní a pro experiment upravenou textilií.

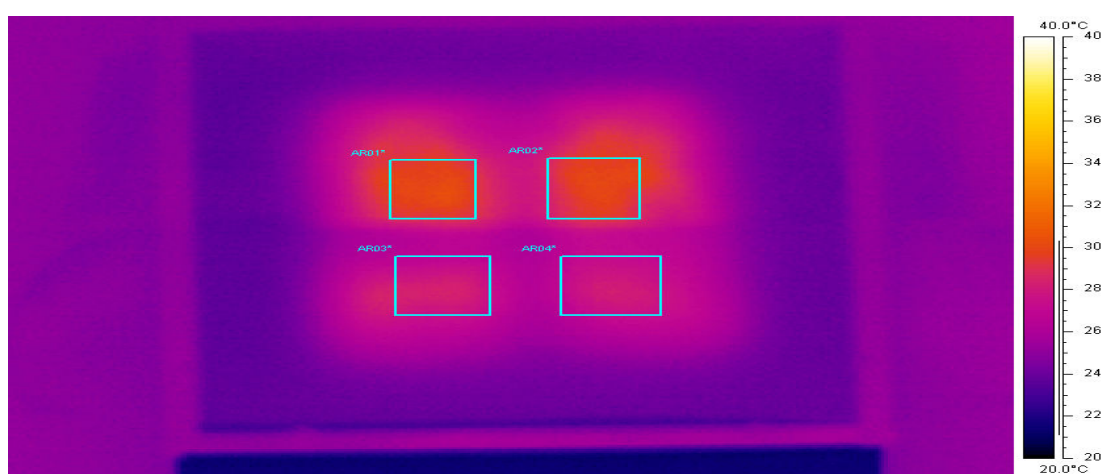


Graf č. 3 Graf nárůstu povrchových teplot materiálů

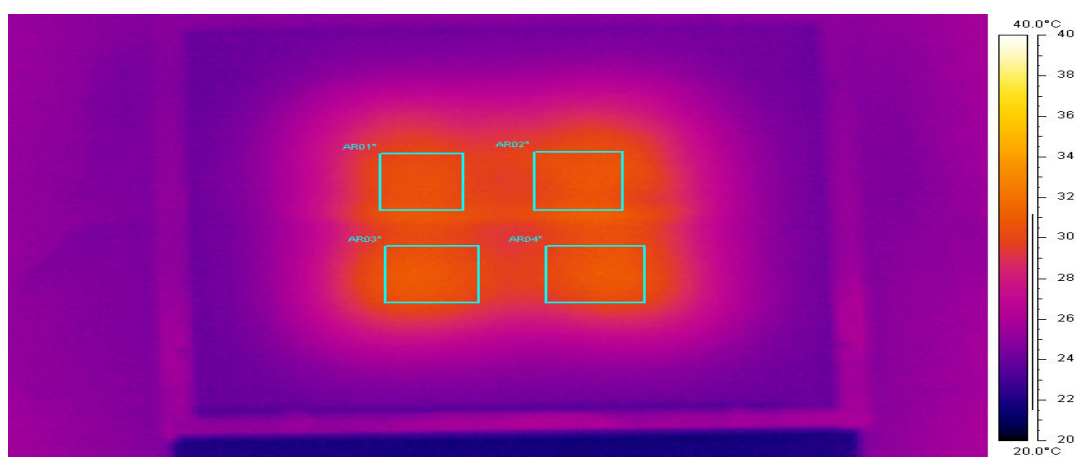
Jako horní je označený vzorek standardní textilie a jako dolní je měřený vzorek textilie s nánosem. Na níže uvedených obrázcích je patrné, jak teplota narůstala.



Obr. 16 Měření povrchové teploty po 100 s



Obr. 17 Měření povrchové teploty po 200 s



Obr. 18 Měření povrchové teploty po 350 s

4. VYHODNOCENÍ EXPERIMENTU

Experiment na tkanině Ultraplus se speciálním nánosem mikrokapsulí podle laboratorního hodnocení standardními metodami můžeme považovat za úspěšný, protože byly splněny veškeré požadavky zadané zákazníkem a tento výrobek je možné prezentovat zákazníkovi.

5. POUŽITÍ V PRAXI

V současné době je aktuální a velmi žádoucí poptávka po textilií, která je funkční a přinese zákazníkovi lepší komfort. Dle testovaných parametrů, které byly zjištěny jako vyhovující, nic nebrání k tomu, aby byl výrobek zákazníkovi nabídnutý a mohl se začlenit do běžné sériové výroby.

Otázkou samozřejmě zůstává cena výrobku. Určitě bude vyšší o několik procent než jsou stávající běžné výrobky. Jelikož je snahou výrobců automobilů nabízet neustále nějaké inovace a zajímavé výrobky, naskytují se i příležitosti umístit tyto výrobky to vyšších modelových řad, nebo speciálních modelů, kde je i větší a zajímavější prostor i pro tyto textilie s vyšší cenovou nabídkou. Není to ale jen otázka ceny. Pakliže se zákazník rozhodne zabývat se těmito technologiemi a používat je, ocitáme se před dalšími náročnými zkouškami, což jsou zkušební dodávky zpracovatelům na vysekání a šití potahů a následně finální testování hotových sedadel, včetně dalších a náročnějších oděrových a vysoce-zátěžových testů až po další velmi náročné a nákladné airbagové testy.

6. ZÁVĚR

Zvolené téma práce prokázalo, že smart (inteligentní) technologie jsou velmi dobře použitelné v automobilovém průmyslu právě v oblasti vývoje moderních a komfortních sedadel. Promyšlená a dle jasně stanovených technických postupů mnohokrát experimentálně ověřená aplikace speciální nánosované pěny na vybraný druh textilie nabízí vytvoření zvláštního produktového segmentu.

Zatím se bohužel jeví experimentálně vygenerovaný produkt jako cenově náročnější, ale i přesto vhodný pro zařazení do kategorie výrobků určených pro klientelu se zájmem o rychlou a efektivní aplikaci moderních trendů do výrobní řady.

Na základě provedeného původního experimentu, jenž byl předmětem předložené práce, je možné konstatovat, že oba dva cíle práce byly splněny.

První cíl – analýza změn vlastností textilie - prokázala, že působením tepla produkovaným lidským teplem a okolních faktorů, bude dle očekávání vyvolána žádoucí fázová změna stavu materiálu, probíhající uvnitř parafínových kapsulí, na nánosované pěně, která je jednou zcela speciální vrstvou textilie. Právě tato vrstva dodává výrobku smart efekt.

Druhý cíl – kontrola textilie dle specifikačních požadavků zákazníka – byl také splněn, neboť proběhla kontrola a ověření experimentu. Byly provedeny konvenční a rovněž nekonvenční zkoušky, přičemž použití speciální termokamery Fluke v laboratoři Technické univerzity v Liberci jasně ukázalo (viz. snímky na stranách 44-45), že změny nánosované textilie neovlivňují normami stanovené specifikace určené zákazníkem.

Dospěli jsme k závěru, že v případě zavedení nového produktu, by se samozřejmě ještě musely stanovit důležité hodnoty a parametry, jež by byly nutné pro vytvoření zcela nové prováděcí normy. Prozatím je to však bohužel málo reálné s ohledem na současný stav vývoje. Je vhodné znovu podotknout, že další vývoj a testy budou velmi ovlivněny finančními možnostmi společnosti, která se rozhodne zabývat se dalším vývojem. Zároveň je nezpochybnitelné, že nově dosažené vlastnosti textilie by jistě byly oceněny uživateli. Dalším krokem by bylo publikování a prezentace provedených experimentů v odborné literatuře, neboť odborná diskuse je nezbytná.

Seznam obrázků, grafů a tabulek:

1. obr. Původní stav pokožky
2. obr. Dochází k zahřátí pokožky
3. obr. Mikro kapsule pohlcují vzniklé teplo z přehřáté pokožky
4. obr. Při ochlazení pokožky se akumulované teplo z kapsle opět uvolní zpět
5. obr. Výsledkem je zachování stejného mikroklima na pokožce, i když se přehřeje
6. obr. Polyakrylová vlákna obsahující mikro kapsule
7. obr. Viskozová vlákna obsahující mikro kapsule
8. obr. Mikro kapsule ve formě nánosu na hotové textilii
9. obr. Zkušební vzorek parafrinových mikro kapsulí v pevném stavu – vpravo
a vlevo v částečně kapalně fázi
10. obr. Vodiče upevněné šitím na materiálu
11. obr. Vložené karbonové vlákno jako tepelný vodič pro vyhřívání sedadla
12. obr. Postup výroby vysoce elastického vodivého vlákna
13. obr. Tkanina Ultraplus
14. obr. Laminovaný materiál se speciálním nánosem mikro kapsulí
15. obr. Laminovaná textilie
16. obr. Měření povrchové teploty po 100 s
17. obr. Měření povrchové teploty po 200s
18. obr. Měření povrchové teploty po 350 s

Graf č. 1 Naměřené hodnoty prodyšnosti u laminované textilie Ultraplus s nánosem

Graf č. 2 Naměřené hodnoty prodyšnosti u laminované textilie Ultraplus bez nánosu

Graf č. 3 Graf nárůstu povrchových teplot materiálů

Tabulka č. 1 Hodnocení prodyšnosti - ordinální škála – textilie s nánosem

Tabulka č. 2 Hodnocení prodyšnosti - ordinální škála – textilie bez nánosu

Použité zdroje:

Při vyhledávání vhodné literatury k danému tématu se bohužel ukázalo, že v českém jazyce dosud není publikována odborná monografie s aktuálními souhrnnými poznatky.

Mezi přední a na toto téma publikující odborníky se v českém prostředí řadí prof. J. Militký, který vydal několik zajímavých článků o inteligentních textiliích. Viz. níže uvedené citace.

V rešerši k tématu byla při vyhledávání zadána následující předmětová hesla:

Inteligentní textilie v automobilovém průmyslu – Automotive textiles – Thermo capsule – Textiles in automotive engineering – Adaptivní materiály pro automobilový průmysl – Smart technologies for automotive industry – Thermal comfort of automotive seats.

Níže jsou uvedeny dostupné on-line databázové internetové zdroje a interní firemní příručky:

[FEZKO THIERRY – PJ – QS – č. 4.10.6./11/ORJ – rev. 7]

[Militký J.: Inteligentní textilie – realita, nebo fikce? Česká hlava a svět vědy. Č. 7 2003. str. 23 – 26]

[Sage journals online . Journal of Industrial Textiles, Vol. 27, No. 2, Walter Fung – How to improve thermal comfort of the car seat]

[TITV Greiz, The Institut of Special Textiles and Flexible Material, International Workshop 27/10/2009 in FEZKO THIERRY Strakonice]

[www.fluke.cz]

[www.google.com – Wiley Inter Science – International Journal of Energy Reserch, 7.1.2002, Volume 26 Issue 2, Pages 159 - 171]

[www.johnsoncontrols.com]

[www.magna.com]

[www.mstnews.de - Smart textiles]

[www.outlast.com]

[www.springerlink.com - Journal Heat and Mass Transfer, Volume 32, Numer 4/ Apríl 1997]

[www.wet-group.com]

[zákaznická specifikace VW 50105 - Volkswagen AG]